

PAT-NO: JP401251735A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01251735 A

TITLE: ELECTROSTATIC CHUCK APPARATUS

PUBN-DATE: October 6, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SEKINE, MAKOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63078975

APPL-DATE: March 31, 1988

INT-CL (IPC): H01L021/68, H01L021/302

ABSTRACT:

PURPOSE: To enhance the uniformity, reproducibility and a yield of various treatments by a method wherein thermal conductivity between a substrate to be treated and a specimen stage is changed partially and a temperature on the surface of the substrate to be treated is distributed uniformly.

CONSTITUTION: In a dry etching apparatus using an electrostatic chuck plate, a wafer 18 is attracted and fixed to the surface of the electrostatic plate 20 on the surface of an electrode (cathode) 14. Two or more grooves 25 of, e.g., a concentric circle shape are formed on the surface of the electrostatic chuck plate 20; gas introduction holes 26 are made partially in the grooves 25. Two or more cooling-gas introduction tubes 27 which have pierced the electrode 14 are connected to the introduction holes 26; a cooling gas such as He whose thermal conduction is good, N_2 which is economical or the like can be supplied to the rear of the wafer. A gas pressure on the rear of the wafer is changed locally; a temperature of the wafer is made uniform. In order to realize this, e.g., a gas pressure to be applied to the grooves 25 at a peripheral part is made higher than a gas pressure to be applied to the central part. The cooling efficiency at the peripheral part whose temperature is raised as compared with that in the central part of the wafer is enhanced.

⑫ 公開特許公報(A) 平1-251735

⑤ Int. Cl. 4

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)10月6日

H 01 L 21/68
21/302B-7454-5F
C-8223-5F

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 静電チャック装置

⑮ 特 願 昭63-78975

⑯ 出 願 昭63(1988)3月31日

⑰ 発 明 者 関 根 誠 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合
研究所内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

静電チャック装置

2. 特許請求の範囲

(1) 被処理基体の裏面を静電気力により吸着し温度制御された試料台上に固定する静電チャック装置において、前記試料台と被処理基体との間の熱伝導率を、前記被処理基体の表面に施す処理により生じる熱の分布に応じて局所的に変化させ、被処理基体の表面の温度分布を均一に保持することを特徴とする静電チャック装置。

(2) 前記試料台と被処理基体との間の熱伝導率を変化させる手段として、前記被処理基体の裏面に冷却用のガスを導入し、このガス圧力を局所的に変化させることを特徴とする請求項1記載の静電チャック装置。

(3) 前記試料台と被処理基体との間の熱伝導率を変化させる手段として、前記被処理基体の周辺部に冷却用のガスを選択的に導入することを特徴とする請求項1記載の静電チャック装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体基板に各種処理を施す半導体集積回路製造装置等に用いられる静電チャック装置に係わり、特に温度制御の必要な基板を固定保持するための静電チャック装置に関する。

(従来の技術)

従来、Siウェハをエッチングするには、小さな径のウェハを1度に多数枚処理するバッチ式エッチング装置が用いられている。しかし、Siウェハの径は6インチ、8インチと益々大きくなっており、このような大口径のウェハを1つのチャンバで1度に数多く処理することは極めて難しい。そこで最近、ウェハを1枚ずつ処理する枚葉式エッチング装置が開発されている。

枚葉式エッチング装置では、ウェハを1枚ずつ処理することから、生産性を高めるために高いエッチング速度が要求される。反応性ガスのイオンを照射してエッチングする反応性イオンエッチン

グ装置(RIE)において高いエッチング速度を得るためには、電極に印加する高周波電力を高める等して高密度プラズマを形成し、大量のイオンをウェハに照射しなければならない。その結果、ウェハには多くの高周波電流が流れ、温度上昇はまぬがれない。エッチングマスクに用いられるレジストは熱に弱く、また耐熱性のあるマスクを使用しても、昇温によりエッチングの特性は大きく変化する。従って、ウェハを十分に冷却することが重要となる。

ウェハを冷却するためには、内部に冷却水を流す等して温度制御した電極(試料台)の表面にウェハを密着させなければならない。この密着させる方法には、ウェハの周辺部を金属等のツメで押さえる方法があるが、ツメがプラズマの分布を乱したり、メツ自体が新たな熱源となってしまう問題がある。そこで、静電気力でウェハを吸着し固定する静電チャック装置が考案されている。さらに、ウェハと電極との熱伝導を良くするためにウェハ裏面に数Torrのガス(He, N₂等)を導入

することが行われており、これによってウェハを十分に冷却することが可能となっている。

しかしながら、反応性イオンエッチング装置等実際に静電チャック装置を用いてエッチングを行うと、ウェハは均一に冷却されずに表面に温度分布が生じる。その結果、例えばウェハの中央と周辺部でエッチング形状やエッチング速度等の特性が異なる現象が発生する。

第7図は従来の反応性イオンエッチング装置を示す概略構成図であり、71は真空容器、72は試料台を兼ねた平行平板電極の下部電極(陰極)、73はウェハ、74はウェハ73を吸着するための静電チャック板、75はマッチング回路、76は電極72に高周波電力を印加するための高周波電源、77は静電チャック板73上に吸着されたウェハ73の裏面に冷却ガスを供給するためのパイプ、78はガス導入口、79はガス排気口、81, 82は絶縁物をそれぞれ示している。

第8図にこの装置で電極72に1W/cm²の高周波電力を印加してプラズマを生成し、電極2上

の5インチウェハ73を3分間このプラズマに晒した時のウェハ表面の温度分布を3箇所測定した結果を示す。この図から、ウェハ周辺では中央に比べて昇温していることが判る。これの主な原因としては、まず第7図に示すようにウェハ裏面へのガス導入を中央の穴から行っており、熱伝導率に対応するガス圧力に中央と周辺で差が生じることがある。さらに、プラズマの強度に分布がある場合や、チャンバを構成する材料やウェハ周辺の材料からの輻射熱が影響する場合は、やはり温度分布が生じることとなる。

このような状態で、例えばSi基板に溝を形成するトレンチエッチングを塩素系のガスを使用し行くと、第9図に示したようにその部分の温度によりエッチング形状、エッチング速度或いはマスク材との選択比が異なってくる。従って、このような装置ではとても実用に耐えない。なお、第9図において91はレジストマスク、92は側壁に堆積するエッチング生成物を示している。また、(a)は基板中央で良好にエッチングされている状

態、(b)は中央から30mmの地点でほぼ良好にエッチングされている状態、(c)は中央から80mmの地点(周辺部)でエッチング形状に側部の膨らみが生じている状態を示している。

(発明が解決しようとする課題)

このように従来、温度制御された試料台上に静電チャック装置を固定しても、被処理基体に施す処理によって被処理基体に温度分布が生じ、この温度分布が正常な処理を妨げる要因となっていた。

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、大口径のウェハであってもその中央から周辺部まで均一に温度制御することができ、各種処理の均一性、再現性及び歩留りの向上等に寄与し得る静電チャック装置を提供することにある。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明の骨子は、被処理基体と試料台との間の熱伝導率を部分的に変化させて、被処理基体の

表面において温度分布が均一となるようにしたことにある。

即ち本発明は、被処理基体の裏面を静電気力により吸着し温度制御された試料台上に固定する静電チャック装置において、前記試料台と被処理基体との間の熱伝導率を、前記被処理基体の表面に施す処理により生じる熱の分布に応じて局所的に変化させ、被処理基体の表面の温度分布を均一に保持するようにしたものである。さらに、熱伝導率を変化させる手段として、前記被処理基体の裏面に冷却用のガスを導入し（例えば被処理基体の周辺部裏面に冷却用のガスを選択的に導入する）、このガス圧力を局所的に変化させるようにしたものである。

（作 用）

本発明によれば、被処理基体の表面に施される処理に応じて、被処理基体の温度が高くなる部分をより強く冷却することができる。このため、被処理基体の温度分布を均一化することができ、各種処理の均一性及び再現性等の向上をはかるこ

静電チャック板でウェハを固定しただけ、●印はウェハ裏面中央から冷却用ガス（例えば N_2 ）を10Torrの圧力で1点吹出したときの分布を示す。冷却ガスなしでも中央部よりも周辺部の方が温度が高くなっており、冷却ガス使用では中央部と周辺部との温度差がより大きくなっていることが判る。

（実施例）

以下、本発明の詳細を図示の実施例によって説明する。

第1図は本発明の一実施例に係わる静電チャック板を用いたドライエッチング装置を示す概略構成図である。図中11は真空容器であり、この容器11の上端開口には絶縁環12を介して電極（陽極）13が取付けられている。容器11の底部には、電極13と対向して試料台となる電極（陰極）14が取付けられている。この電極14にはマッチング回路15を介して高周波電源16から高周波電力が印加される。そして、電極14と接地された電極13との間に放電プラズマが生

とが可能となる。

ここで、ウェハの表面の温度分布に中央と周辺とで温度差が生じる原因について考察する。前記第7図に示す装置において、ウェハ73は第5図に示す如く電極72上に固定された静電チャック板74に吸着固定されている。ウェハ73の周辺部において、電極72上には電極表面が直接プラズマに晒されるのを防止するために石英板83が設けられている。石英板83はエッチング中に昇温し易く250℃程度まで昇温する。そして、この石英板83からの輻射によりウェハ73の周辺部の温度が上がり易くなるのである。また、プラズマからの電極保護のため、ウェハ73のエッジ部は静電チャック板74には吸着しておらず、冷却されていない。この点からもウェハ73の周辺部の温度が上昇し易いのである。

第6図は、前記第7図の装置を用い、 $Cl_2 + SiCl_4$ ガス、圧力1Pa、高周波電力 $1.1V/cm^2$ の条件で、3分間放電させた時のウェハ表面の温度を測定した結果である。図中○印は

成される。また、電極14の内部には冷媒流路が設けられており、配管17により冷却水を通流することにより電極14が冷却されるものとなっている。

電極14の上面には、本発明に係わる静電チャック板20が取付けられており、この静電チャック板20の上面に被処理基体としてのウェハ18が吸着固定される。静電チャック板20は、熱伝導の良い銅等の金属箱21をポリイミド等の絶縁膜22で被覆した構造である。金属箱21には高周波フィルタ23を介して電源24から直流高電圧（1.5～3kV）が印加され、これによりウェハ18が静電チャック板20の上面に吸着固定されるものとなっている。

静電チャック板20の上面には、第2図(a)に平面図を、第2図(b)に同図(a)の矢視A-A断面を示す如く、同心円状に複数本の溝25が形成され、溝25の一部にガス導入孔26が形成されている。そして、導入孔26に電極14を貫通した冷却ガス導入管27を接続することにより、ウ

エハ裏面に冷却ガスを供給できるものとなっている。なお、ガス導入口27には、熱伝導の良いHe或いは経済性の良いN₂等のガスを供給するガス源28から冷却ガスが供給され、一方その一部はロータリーポンプ等の真空ポンプ29により排気される。そして、供給管27内のガス圧力は圧力計30にて検出されるものとなっている。

また、前記容器11にはガス導入口31から所定のガスが導入され、容器11内に導入されたガスはガス排気口32から排気される。さらに、容器11の上方には磁石33が設置されている。この磁石33は、前記電極間13、14の電界と平行な方向の磁界成分を与え、電極13、14間で放電を起こすときにこの磁界によってマグネトロン放電を生起するものである。そして、マグネトロン放電により高密度のプラズマを生成し、高いエッチング速度を得ている。なお、図中34はプラズマ生成領域、35はエッチング生成物をトラップするためのメッシュ、36、37はそれぞれ絶縁物を示している。

に示したように中央1点からのガス導入では、ウェハ裏面のガス圧力が周辺に行くほど低下する。このため、例えばウェハ表面から流入する熱量が均一であっても、ウェハ中央に対して周辺部の温度が上昇する。

そこで本実施例では、ガス導入孔を複数の同心円状に形成し、それぞれの同心円部分に溝を設けて異なる圧力でガスを導入することにより、ウェハ温度を効果的に制御している。例えば、周辺部の溝に供給するガス圧力を中央部に供給するガス圧力よりも高くする。これにより、ウェハ周辺部の冷却効率を高めることができ、ウェハ中央よりも周辺部に多くの熱が流入される場合であっても、ウェハ温度を均一に保持することが可能となる。第3図は、第1図の装置を用い、Cl₂ガス、圧力1Pa、高周波電力1W/cm²の条件で、3分間放電させた時のウェハ表面の温度を測定した結果である。第8図の結果と比較して、ウェハ中央部と周辺部における温度差が極めて小さくなり、温度分布が均一化されているのが判る。

このように構成された装置においては、まず容器11内にエッチングガス（例えば塩素系や弗素系のハロゲン元素を含むガス）を導入し、電極13、14間に高周波電力を印加し、電極13、14間にマグネトロン放電プラズマを生成する。そして、このプラズマからのイオンをウェハ18に照射してウェハ18のエッチングを行う。この際、ウェハ18は静電チャック板20上に吸着固定されており、静電チャック板20及びウェハ裏面に導入する冷却ガスを介して電極14と熱的に接続されている。従って、電極14を冷却水により冷却しておくことにより、ウェハ18も冷却されることになる。

ここで、ガスによる熱伝導率はウェハ18と静電チャック板20との距離がガスの平均自由行程より小さければ、そのガス圧に比例する。従って、ガス圧力を制御することにより、ウェハ温度を制御することが可能となる。本実施例では、ウェハ裏面のガス圧を局所的に変化させることにより、ウェハ温度を均一にしている。即ち、前記第7図

かくして本実施例によれば、静電チャック板に複数の冷却ガス導入孔を設け、ウェハの周辺部の方が中央部よりも冷却ガスの圧力が高くなるようにしている。ウェハ周辺部をより効率良く冷却することができる。そしてこの場合、エッチング中にウェハに流入する熱量はウェハ中央の方がウェハ周辺部よりも大きいので、ウェハ表面の温度を均一に保持することが可能となる。このため、ウェハの表面の温度分布の均一化をはかることができ、良好なエッチングを行うことができる。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。静電チャック板に設けるガス導入孔の配置は第2図に何等限定されるものではなく、仕様に応じて適宜変更可能である。例えば、第4図に示す如く、ウェハの周辺部のみに冷却ガスを供給するようにしてもよい。また、冷却ガスの代りに、被処理基体と静電チャック板との間にクールシート等の名称で呼ばれている熱伝導性の高い樹脂膜を部分的に配置したり、熱伝導率の異なる樹脂膜を配置することも可能である。また、静電

チャック板に使用されている絶縁膜に部分的に熱伝導率が異なるように工夫しても良い。

また、本発明はドライエッチング装置に限らず、被処理基体の温度制御が必要な装置、例えばプラズマCVDのような薄膜堆積装置、各種の高温、低温の処理を施す装置に適用することができる。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

〔発明の効果〕

以上詳述したように本発明によれば、被処理基体と試料台との間の熱伝導率を部分的に変化させて、被処理基体の表面において温度分布が均一となるようにしているので、大口径のウェハであってもその中央から周辺部まで均一に温度制御することができ、各種処理の均一性、再現性及び歩留りの向上等に寄与することが可能となる。

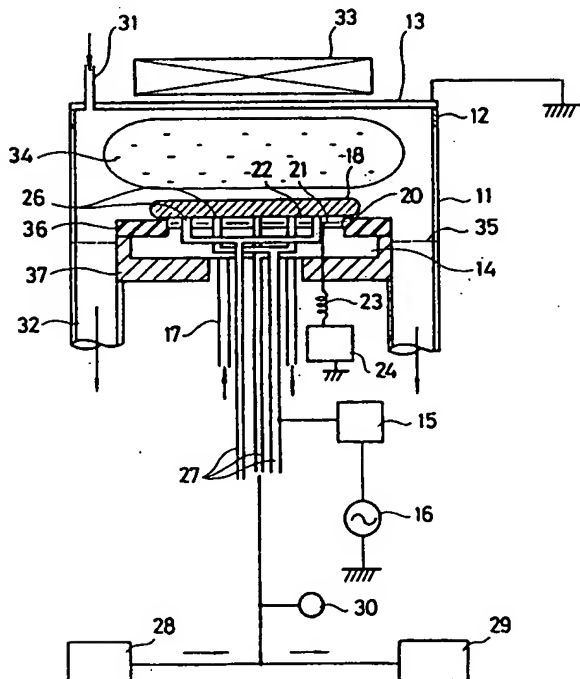
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係わる静電チャック板を用いたドライエッチング装置を示す概略構成図、第2図は上記静電チャック板の要部構成

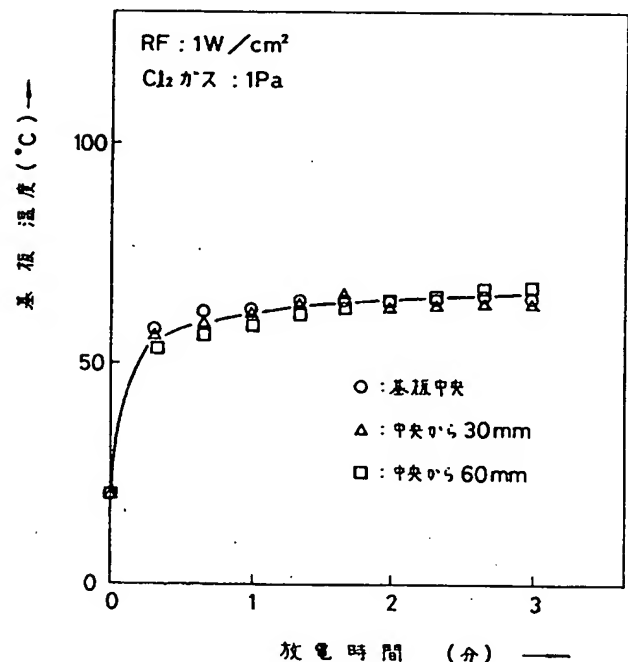
を示す断面図、第3図は放電時間と基板温度との関係を示す特性図、第4図は本発明の変形例を説明するための模式図、第5図及び第6図は本発明の作用を説明するためのもので第5図は静電チャック部周辺構造を示す断面図、第6図はウェハ中心からの距離とウェハ温度との関係を示す特性図、第7図乃至第9図は従来の問題点を説明するためのもので第7図はドライエッチング装置を示す概略構成図、第8図は放電時間と基板温度との関係を示す特性図、第9図はエッチング形状を示す断面図である。

11…真空容器、13…陽極、14…陰極（試料台）、16…高周波電源、17…冷却水配管、18…ウェハ（被処理基体）、20…静電チャック板、21…金属箔、22…絶縁膜、24…直流電源、25…溝、26…ガス導入孔、27…ガス導入管、28…ガス源、29…真空ポンプ、30…圧力計、31…ガス導入口、32…ガス排気口、33…磁石。

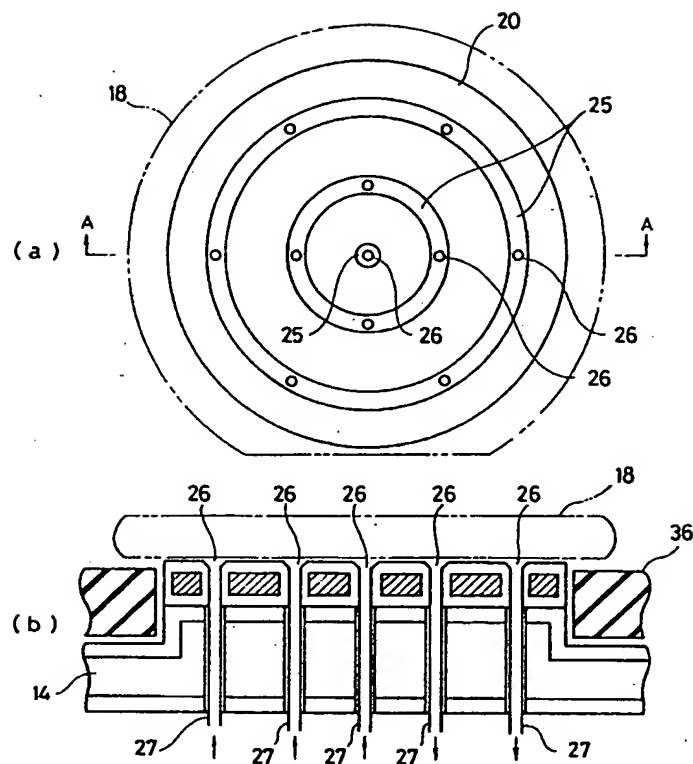
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



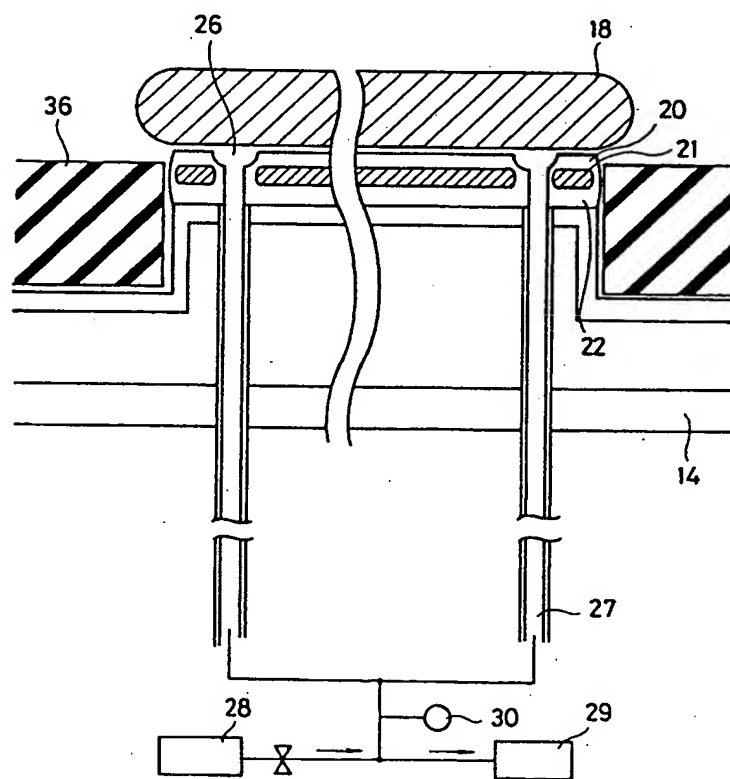
第1図



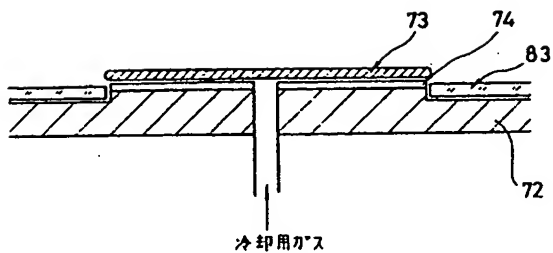
第3図



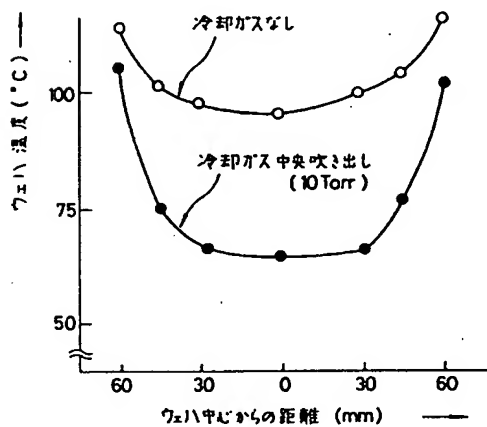
第 2 図



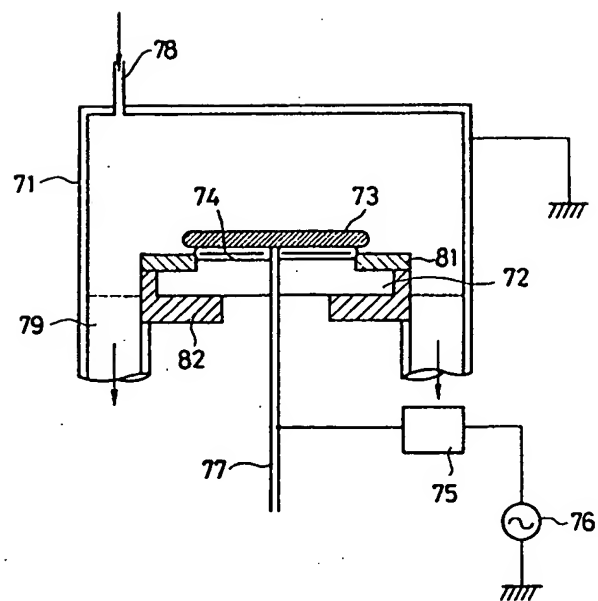
第 4 図



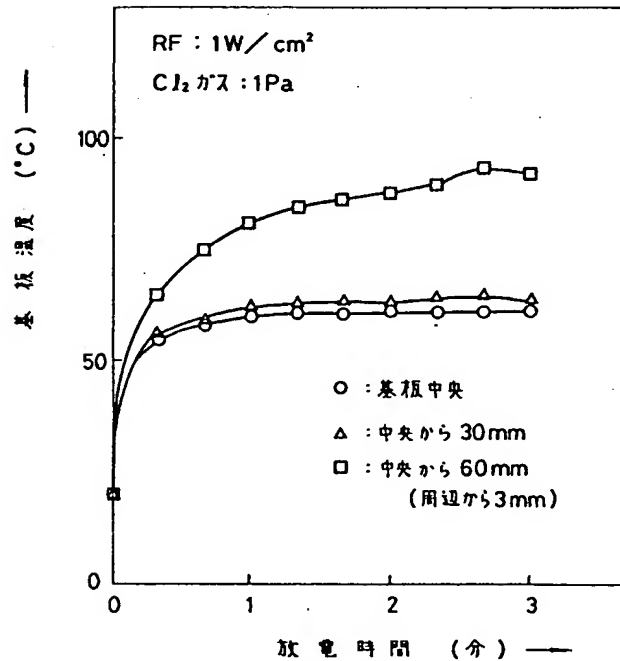
第 5 図



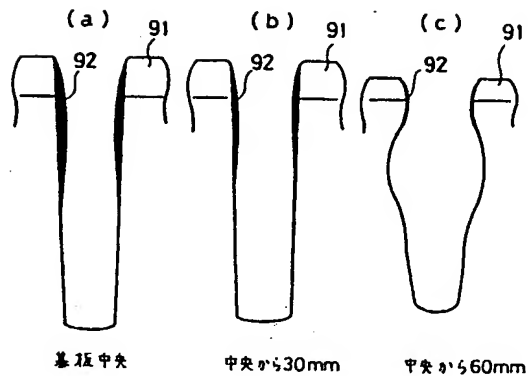
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図